

# WEC의 2024년 트릴레마 지수 분석<sup>1)</sup>

석유정책연구실 김태현 선임연구위원(thkim@keei.re.kr)

- ▶ 세계에너지협의회(World Energy Council, WEC)는 2010년부터 매년 국가별로 에너지 시스템에 대한 성과를 평가하는 '에너지 트릴레마 지수(The World Energy Trilemma Index)'를 발표하고 있으며, 에너지안보, 에너지 형평성, 환경적 지속가능성의 3가지 핵심적 요소를 기반으로 함.
- ▶ (에너지안보) 러-우 전쟁의 영향으로 에너지 안보의 개념이 수요 기반 에너지 충격의 가능성을 포함한 다양한 새로운 도전 과제로 확장되었으며, 극한 기후 현상, 데이터와 기술, 핵심광물, 물리적 및 디지털 인프라에 대한 새로운 형태의 비대칭적 위협의 문제를 포함.
- ▶ (형평성) 저렴한 에너지에 대한 접근성을 보장하는 개념을 넘어 비용, 가격 및 가치 간의 상호작용, 이러한 차원의 변화로 인한 재정적, 사회적 영향과 재생에너지로의 전환으로 인한 단기적 비용 증가에 대한 고려가 필요
- ▶ (환경적 지속가능성) 화석연료에서 탈피하여 에너지 시스템을 탈탄소화하고 다양화하기 위한 정책적 노력을 하는 국가들이 상위 순위에 있으며, 재생에너지 기술의 확산으로 자원순환의 필요성이 증가하고 있으며, 환경적 지속가능성을 위해 기업의 투명성을 강화해야 함.
- ▶ 우리나라는 2023년 세계 에너지 트릴레마 지수 평가에서 에너지안보 62.2점, 에너지 형평성 95.9점, 환경적 지속가능성 63.9점을 받아 Balance 등급은 'BBCa', 종합 점수는 73.1점을 받아 27위를 차지

## 1. WEC의 에너지 트릴레마 지수

- 세계에너지협의회(World Energy Council, WEC)는 2010년부터 매년 국가별로 에너지 시스템에 대한 성과를 평가하는 '에너지 트릴레마 지수(The World Energy Trilemma Index)'를 발표
  - 에너지 트릴레마 지수는 에너지 안보 (energy security), 에너지 형평성 (energy equity), 환경적 지속가능성 (environmental sustainability)의 3가지 핵심적 요소를 기반으로 함.
  - '에너지 안보'는 현재 및 미래의 에너지 수요를 안정적으로 충족하고, 공급차질 발생시 신속하게 회복하면서 안정적인 에너지 공급을 유지할 수 있는 국가의 역량을 평가
  - '에너지 형평성'은 모든 국민에게 에너지가 접근 가능하고, 적절한 가격으로 충분히 제공할 수 있는 역량을 평가
  - '환경적 지속가능성'은 환경 피해와 기후 변화 영향을 최소화하는 데 중점을 두며, 에너지 시스템의 효율성 및 생산성, 탈탄소 및 대기질 개선을 위한 노력을 포함
  - 2023년 지수는 126개국의 에너지 시스템을 비교하여 순위로 제시함.

“WEC는 매년 에너지 시스템의 성과를 에너지안보, 에너지형평성, 환경적 지속가능성으로 나누어 평가하는 '에너지 트릴레마 지수'를 발표”

1) 본고는 World Energy Trilemma 2024(WEC)의 주요 내용을 요약 정리한 것임.

○ 2023년 에너지 트릴레마 지수는 데이터 범위 등 대폭 업데이트한 2019 방법론을 기반으로 함.

- 약 60개의 데이터 세트를 32개의 지표로 통합하여 각 국가의 에너지 프로필을 보여주며, 2000년 이후의 연도별 트릴레마 지수를 제시
- 에너지안보, 에너지 형평성, 환경적 지속가능성에 각각 30%의 가중치를 부여하고, 국가의 고유특성(country context)은 10%의 가중치로 반영

〈 WEC의 3가지 트릴레마 항목별 세부가중치 〉

(단위 : %)

“2023년 에너지 트릴레마 지수는 2019년 방법론을 기반으로 산정”

항목	지수 구분		지수		
에너지 안보	30	A1 공급 안정과 에너지 수요	12	a 1차에너지 공급 다양성	6
				b 수입 의존도	6
		A2 에너지 시스템의 회복력	18	a 전력발전 다양성	6
				b 에너지 저장설비	6
c 시스템 안정성과 회복 능력	6				
에너지 형평성	30	B1 에너지 접근	12	a 전력에 접근	6
				b 청정 취사연료에 접근	6
		B2 고품질 에너지 접근	6	c “현대적” 에너지에 접근	6
				B3 가격적정성	12
		b 휘발유와 경유 가격	3		
		c 천연가스 가격	3		
d 가정용 전력의 가격적정성	3				
환경적 지속 가능성	30	C1 에너지원의 생산성	9	a 최종 에너지 집약도	5
				b 전력발전과 송·배전 효율성	4
		C2 탈탄소화	9	a 저탄소 전력발전	5
				b 이산화탄소 배출 추세	4
		C3 배출량과 오염	12	a 이산화탄소 집약도	2
				b 1인당 이산화탄소 배출량	1
c 1인당 메탄 배출량	1				
a 초미세먼지 연평균 노출	4				
b 미세먼지 연평균 노출	4				
국가 고유 특성	10	D1 거시경제적 환경	2	a 거시경제적 안정성	2
		D2 관리 방식	4	a 정부의 효율성	1
				b 정치적 안정성	1
				c 법규	1
				d 규제의 질	1
		D3 투자 안정성과 혁신	4	a 외국인직접투자 순유입	1
				b 사업 용이도	1
				c 부패에 대한 인식	0.5
d 규제에 대한 이의 제기 시 법제도의 효율성	0.5				
e 지적재산권 보호	0.5				
f 혁신 역량	0.5				

자료 : WEC(2019), World Energy Trilemma Index 2019

○ 2023년 에너지 트릴레마 지수 상위 13개국을 살펴보면, 트릴레마 요소별 등급이 A 등급인 경우가 대부분임.

- ‘에너지안보’ 지수의 밸런스 등급은 노르웨이(B 등급)를 제외한 모든 국가가 A 등급이며, ‘형평성’ 지수의 밸런스 등급은 에스토니아(B 등급)를 제외한 모든 국가가 A 등급이었고, ‘환경적 지속가능성’ 지수의 밸런스 등급은 석유 및 가스 등 화석에너지 생산량이 많은 캐나다(B 등급), 미국(B 등급)을 제외한 모든 국가가 A 등급을 받았음.
- 국가 고유특성 항목에서는 13개 국가 모두 a 등급으로 사회경제적 여건이 좋은 국가들이었음.

“2023년 지수 상위 13개국은 트릴레마 요소별로 대부분 A 등급을 획득”

〈 2023년 종합 트릴레마 및 항목별 지수 상위 13개국 〉

순위	국가명	밸런스 등급	트릴레마 점수	에너지안보	형평성	지속가능성
1	덴마크	AAAa	83.2	72.2	95.8	83.5
1	스웨덴	AAAa	83.1	73.4	93.4	85
2	핀란드	AAAa	82.7	75.9	92.3	80.8
3	스위스	AAAa	82.1	64.5	98.1	85.7
4	캐나다	AABa	81	76.6	96.2	72.8
5	오스트리아	AAAa	80.9	71.8	95.3	78.6
6	프랑스	AAAa	80.6	69.4	93.7	83.2
7	에스토니아	ABaA	80.2	69.9	94.8	78.5
7	독일	AAAa	80.2	72.9	94.4	76.6
8	영국	AAAa	80	67.7	95.7	79.2
8	노르웨이	BAAa	79.9	62.7	94.4	84.3
9	뉴질랜드	AAAa	79.6	68.2	95.4	76.4
10	미국	AABa	78.9	72.7	97.3	69

자료 : WEC 홈페이지(최종접속일: 2024.8.19.)

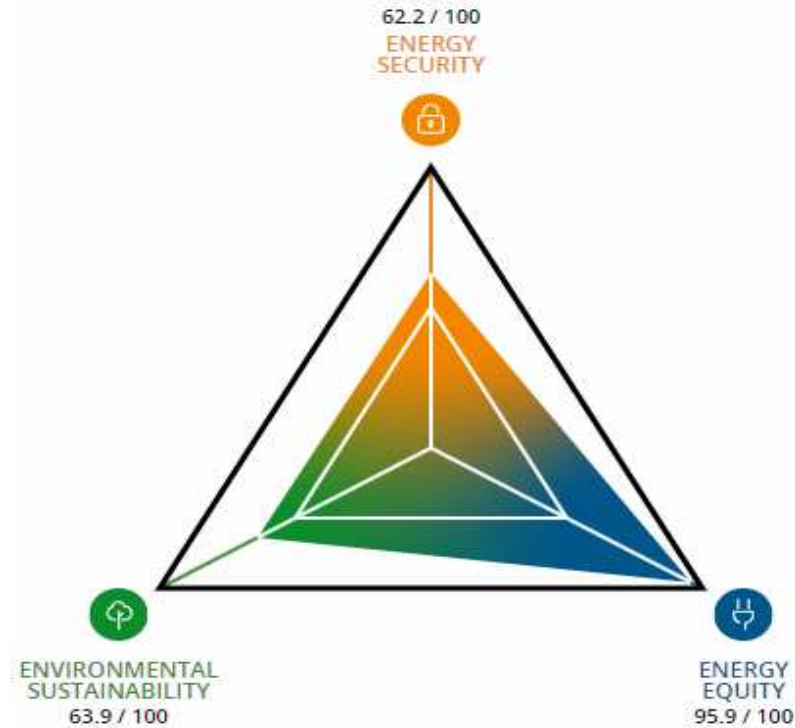
○ 우리나라에 대한 평가

- 우리나라는 2023년 세계 에너지 트릴레마 지수 평가에서 에너지안보 62.2점, 에너지 형평성 95.9점, 환경적 지속가능성 63.9점을 받아 Balance 등급은 ‘BBCa’, 종합 점수는 73.1점을 받아 27위를 차지
- 2000년 이후의 지수 추이를 보면 형평성 지수는 지속적으로 개선되고 있는 반면, 에너지안보 지수는 2000년대보다 개선되었지만 정체 상태에 머물러 있으며, 지속가능성은 지수는 2000년대보다 점수가 하락
- 2011-2021년간의 세부 항목별 지수 변화는 에너지안보 지수는 수입의존도와 발전원의 다양화에서 점수가 상승한 반면 에너지 저장에서는 하락
- 형평성 지수는 에너지 가격에서는 점수가 상승한 반면 접근성은 정체됨.

“우리나라는 2023년 평가에서 Balance 등급 ‘BBCa’, 종합 점수 73.1점을 획득해 27위를 차지”

- 지속가능성 지수는 저탄소 발전에서는 점수가 상승한 반면, 최종에너지 원단위 및 일인당 이산화탄소 배출량에서는 점수가 하락함.

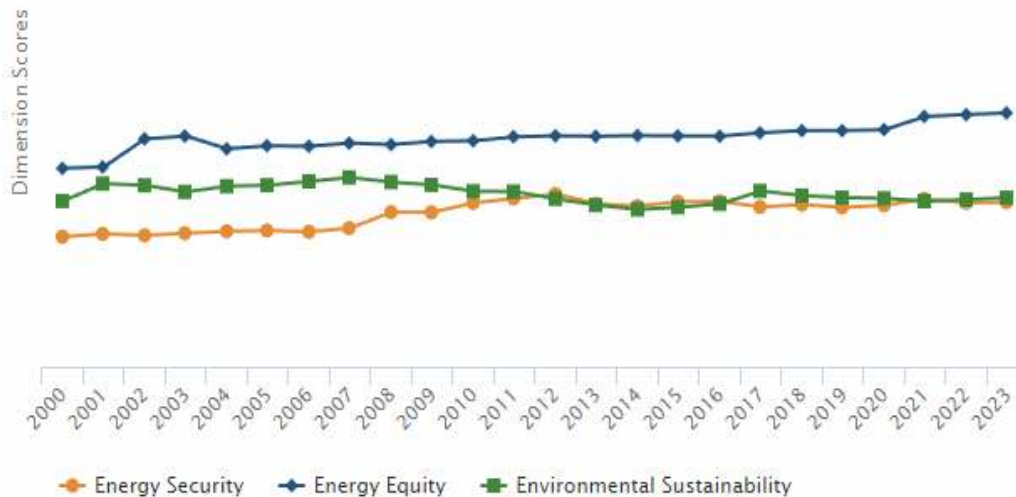
〈 한국의 에너지 트릴레마 삼각형(2023년) 〉



자료 : WEC 홈페이지 한국(최종접속일: 2024.8.19.)

〈 한국의 에너지 트릴레마 지수 추이(2000~2023년) 〉

“2000년 이후 에너지안보와 형평성 측면에서는 점진적으로 개선되고 있으나, 지속가능성은 2000년대보다 점수가 하락”



자료 : WEC 홈페이지 한국(최종접속일: 2024.8.19.)

## 2. 에너지 트릴레마 요소별 주요 이슈

- 에너지전환은 연료 대체, 전기화, 탈탄소화를 넘어 전통적인 에너지 프레임워크의 한계를 뛰어넘는 전반적인 시스템 변화를 요구
  - 에너지가 산업, 농업, 도시 인프라와 밀접하게 연결되어 있어, 그 영향은 에너지 부문을 넘어섬.
  - 더 공정하고 신속한 전환을 위해서는 사람들이 오늘의 선택이 미래 에너지 시스템에 미치는 영향을 이해하는 것이 중요함.
- 러시아의 우크라이나 침공 이후 처음으로 발생한 소비자 주도의 수요 기반 에너지 충격에 직면한 유럽 국가들의 도전과 대응이 부각됨.
  - 노드스트림(Nord Stream) 파이프라인 폭파와 지정학적 긴장은 러시아 가스에 과도한 의존으로 인한 유럽의 취약성을 드러냈고, 수요 주도 에너지 충격이 촉발됨.
  - 헝가리를 제외한 대부분의 유럽 국가들은 러시아 가스 수입을 중단했고, 유럽 이외의 일부 국가들은 LNG 공급을 재배치하거나 가스 수출을 확대하여 에너지 안보 문제를 완화
  - 단기적으로는 에너지안보 문제가 해결되었지만, 급등하는 에너지 가격은 에너지 형평성에 부정적인 영향을 미쳤으며, 석탄을 포함한 전통 에너지원의 사용 증가로 환경적 지속가능성 또한 타격을 받았음.
  - 이러한 형평성과 지속가능성에 대한 영향은 유럽을 넘어 전 세계 여러 지역에서도 나타났음.
- 세계 에너지 트릴레마 보고서 2024는 트릴레마 지수 결과를 제시하는 것 외에도, 변화하는 에너지 시스템 환경과 그 환경에서 각 트릴레마 요소에 중요한 영향을 미칠 수 있는 새로운 이슈를 제시하고 있음.

### ■ 에너지안보

- 에너지안보 개념의 확장
  - 세계 에너지 트릴레마 프레임워크에서 과거에 에너지 안보는 공급측 충격, 희소 자원에 대한 접근, 전략 비축, 에너지효율, 원자재 가격 노출에 대해 중점을 두었음.
  - 러-우 전쟁의 영향으로 이제 에너지 안보의 개념은 유럽이 러시아산 가스 수입을 중단하기로 결정한 사례에서 볼 수 있듯이, 수요 기반 에너지 충격의 가능성을 포함한 다양한 새로운 도전 과제로 확장되었음.
  - ‘일상적인 공급차질’의 새로운 세계는 극한 기후 현상, 데이터와 기술, 핵심광물, 물리적 및 디지털 인프라에 대한 새로운 형태의 비대칭적 위협의 문제를 포함.

“러-우 전쟁의 영향으로 에너지안보의 개념이 수요기반 에너지 충격의 가능성을 포함한 다양한 새로운 도전과제로 확장”

○ 러-우 전쟁의 영향

- 2022년 러-우 전쟁, OPEC+의 생산량 감축, 기타 글로벌 사건들은 전 세계 에너지안보 전략을 시험대에 올림.
  - 남미, 아프리카, 아시아의 여러 국가들은 지정학적 및 시장 압력을 완화하기 위해 석유, 가스, 석탄 생산을 증가시켰으나, 이러한 접근 방식은 단기적으로 공급 안보를 강화하지만 환경적 지속가능성과 깨끗한 에너지로의 전환이라는 세계적 흐름과는 배치됨.
- 유럽 국가들은 러시아의 우크라이나 침공 이후 가스 사용 감축, 추가 공급 확보, 석탄 발전의 일시적 증가, EU 차원의 가스 저장 목표 설정, 기록적인 양의 재생 에너지 도입, 의무적 에너지절약 조치 도입 등으로 대응함.
  - 에너지 가격 급등은 유럽과 세계 여러 지역에서 생활비 위기를 초래했지만, 유럽의 상호 연결된 전력 시장은 전력 공급의 안정성을 보장
- 사이버 위협과 기타 위험에 대응하기 위해 에너지 시스템의 장기 복원력이 필요 해지면서, 단순한 물리적 인프라 보호를 넘어서는 포괄적인 안보 조치의 중요성이 강조됨.

○ 동적인 복원력(resilience)의 중요성

- 에너지안보의 개념은 단순히 적정한 공급을 보장하는 것에서 복원력에 중점을 두는 방향으로 전환되고 있음.
- 기상 이변, 에너지 공급원의 다양화, 물리적 및 디지털 인프라에 대한 새로운 위협이 제기되는 상황에서, 공급 차질을 견딜 수 있는 에너지시스템의 적응력과 수요관리 능력은 에너지안보에 필수적임.
- 복원력은 즉각적인 위협에 대응하는 것뿐만 아니라 미래의 도전과제를 예상하고 완화하여 기후 불확실성이 큰 시대에 에너지시스템이 사회적 요구를 지속가능하게 지원할 수 있도록 보장하는 것임.

○ 에너지시스템 신뢰성에 대한 새로운 요구

- 재생에너지 보급이 급증하면서 단기적 및 계절적 변화에 따라 발전량을 조절할 수 있는 저장시설을 확장할 필요가 있음.
- 수급 균형을 맞추기 위해서는 전력망에 대한 투자와 디지털화, 시스템 안정성을 평가하기 위한 새로운 지표 등이 필요함.
- 다양한 에너지원의 통합은 대규모로 적응 가능하고 통합된 에너지 저장 시스템을 필요로 하며, 이를 통해 시스템의 안정성을 확보하기 위해서는 첨단 전력망 인프라와 스마트 기술을 촉진하는 정책이 필요함.

“에너지안보의 개념이 단순히 적정한 공급을 보장하는 것에서 복원력에 중점을 두는 방향으로 전환”

## ○ 공급망 취약성

- 재생에너지, 에너지 저장설비, 전기차를 포함한 많은 새로운 에너지 기술들은 핵심광물을 필요로 함.
- 서방 국가들은 기술(지적재산권(IP), 제조 시설, 전문 지식)에 대한 접근권을 보유하고 있는 반면, 핵심광물 자원에 대한 접근권은 주로 개발도상국들이 보유하고 있으며, 중국은 희토류 시장과 가공 능력의 상당 부분을 장악
- 지정학적 위험은 글로벌 팬데믹, 러-우 전쟁과 이에 따른 무역 제재의 결과로 나타난 바 있으며, 미-중 경쟁 상황에서 발생하는 지정학적 위험을 완화하기 위해서는 공급 다각화가 필요

## ○ 에너지수요관리: 에너지안보의 핵심요소

- 에너지수요관리는 에너지안보의 핵심요소로 인식되며, 특히 동적 가격 책정과 유연성 기여를 통해 소비자가 에너지 시장에 더 적극적으로 참여하는 방향으로 전환
- 러-우 전쟁 첫째 겨울에 유럽의 시민들과 기업들은 에너지 수요를 줄이며 에너지 위기 속에서 집단적인 복원력을 보여주었고, 수요관리가 안보 정책수단의 일부가 될 수 있음을 시사
- 디지털 기술의 발전과 그로 인한 냉방 수요 증가, 철강산업 같이 온실가스 배출 감축이 어려운 산업에서의 연료 전환, 프로슈머 증가, 그리고 UAE 및 사우디아라비아와 같은 고소득 자원부국들의 야심찬 수소 전략 등 많은 요인들이 지역별 수요 프로파일을 변화시킬 가능성이 있음.
- 태양광발전 시스템(PV), 전기차, 히트펌프 등을 보유한 소비자는 미래 에너지 시장에 적극적으로 기여할 수 있으며, 시장을 통한 동적 가격 책정뿐만 아니라 에너지를 그리드에 되팔 수 있는 기회도 제공되어야 함.

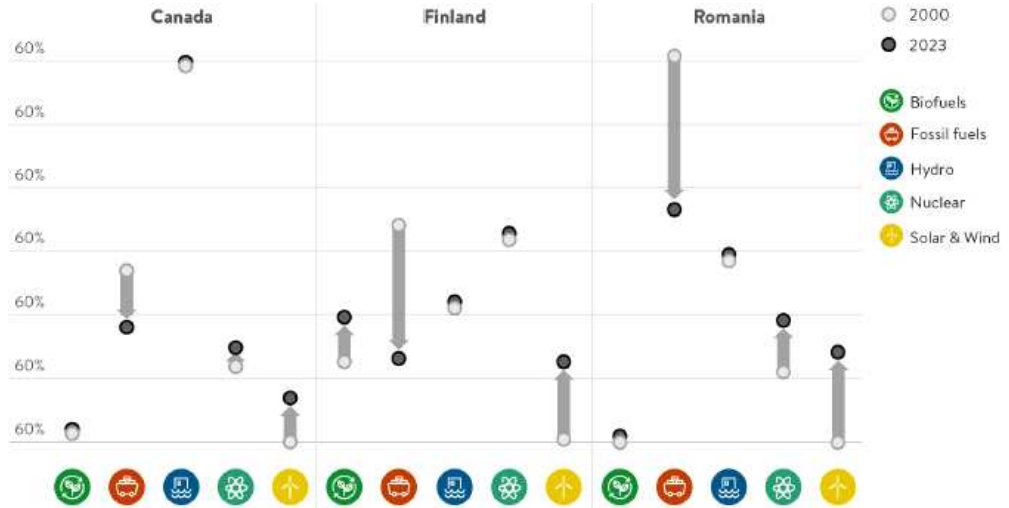
## ○ 에너지 공급 다각화의 중요성

- 세계 에너지 시스템은 화석연료에 대한 지배적인 의존성에서 벗어나 더 다양한 에너지 믹스와 더 분산된 새로운 전력 시스템으로 전환됨에 따라 에너지안보에 대한 재고찰이 진행 중임.

“생산과 가공의 지역편중도가 높은 핵심광물에 대한 공급망 다각화 필요”

“동적 가격 책정과 유연성 기여를 통해 소비자가 참여하는 에너지수요 관리는 에너지안보의 핵심요소”

〈 2000~2023년 에너지안보 상위국의 발전원의 다양성 변화 〉



자료 : WEC(2024), World Energy Trilemma 2024

“재생에너지 비중 증가에 따른 변동성을 해결하기 위해 상호 연결성과 유연성이 요구되며, 인프라 투자와 전략적 계획이 필요”

– 풍력 및 태양광 등 재생에너지가 에너지 믹스에서 차지하는 비중이 커지면서, 변동성(variability) 문제를 해결하기 위한 상호 연결성과 유연성이 요구되며, 이를 위해서는 변동성을 관리할 수 있는 디지털 전력망 인프라에 대한 투자뿐만 아니라 전략적 계획이 필요

– 각국이 자산을 효과적으로 공유함으로써 서로의 발전용량을 활용하여 신뢰성과 복원력을 향상시킬 수 있음.

- 예를 들면, 르완다는 지역 간 상호연결성을 높이기 위해 노력하고 있으며, 싱가포르-태국-말레이시아-싱가포르 전력 통합 프로젝트(LTMS-PIP)에 따라 라오스 수력발전소에서 태국과 말레이시아 전력망을 통해 최대 100MW의 전력을 수입하고 있음.

○ 발전용 화석연료의 피크(peak) 시기

– 걸프협력회의(GCC) 국가 등 자원부국들은 주로 탄화수소에 의존하는 경향을 보이며 발전연료 믹스의 다양성이 낮은 경우가 많음.

– 그러나 UAE는 원자력과 태양광 설비를 도입하여 화석연료 의존도가 97%에서 89%로 크게 감소하였으며, 사우디아라비아는 2030년까지 재생에너지 비중을 50%로 확대하는 야심 찬 목표를 설정

- 이는 전력 생산에서 화석연료의 역할이 정점을 찍을 가능성을 시사하는데, 저비용 생산국들이 마지막으로 전환하는 경향이 있기 때문임.

– 이러한 추세는 변동성이 큰 글로벌 상황에 의해 영향을 받을 수 있으며, 상황에 따라 퇴보할 수도 있음.



## ○ 에너지안보와 사회적 합의

- 에너지안보는 사회적 합의의 맥락에서 에너지 형평성 및 환경 지속가능성과 밀접하게 연결되어 있음.
  - 남미에서는 일부 지역사회는 송전선뿐만 아니라 석유와 가스 탐사 및 개발에 반대하고 있으며, 유럽에서는 기후변화 대응에 대한 지지가 더 많지만, NIMBY(Not in My Backyard!)로 인해 종종 실행에 장애가 됨.
- 덴마크의 풍력 에너지 개발 접근 방식은 사회적 합의에 의해 문제를 해결하는 성공적인 모델로 자주 언급됨.
  - 이 정책 프레임워크는 재정적 인센티브를 통해 지역사회 소유의 풍력 터빈을 장려함.
  - 지역사회는 해당 프로젝트로부터 고용 창출, 지역 투자, 에너지 비용 절감을 통해 직접적인 혜택을 누리기 때문에 풍력발전에 대한 지역주민의 높은 수준의 지지로 이어짐.
- 이러한 사례들은 재생에너지 보급 목표나 온실가스 배출 목표만으로는 지속 가능성 측면에서의 진전을 보장할 수 없으며, 세계 에너지 트릴레마가 작동하는 데는 사회적 합의가 중요함.

## ■ 에너지 형평성

- 형평성은 저렴한 에너지에 대한 접근성을 보장하는 것을 넘어 비용, 가격 및 가치 간의 상호작용, 이러한 차원의 변화로 인한 재정적, 사회적 영향과 재생에너지로의 전환으로 인한 단기적 비용 증가에 대한 세심한 고려가 필요
- 보조금: 상승하는 에너지 비용에 대한 대응
  - COVID 이후 에너지 가격 충격과 우크라이나 전쟁으로 에너지 가격의 적정성 문제가 대중 인식의 전면에 등장
  - 재정적 여유가 있는 국가들은 에너지 가격 급등의 영향으로부터 개인, 기업, 기타 소비자들을 보호하기 위해 긴급 보조금 지급이나 유사한 조치를 시행
- 에너지전환 비용 관리
  - 에너지 기술의 균등화 발전 비용(LCOE)에 중점을 두던 것에서 이제 에너지 시스템 전체 비용을 고려하는 방향으로 변화.
  - 소비자 가격은 부적절한 시장 구조에 의해 영향을 받거나 보조금으로 인하여 가격 신호가 왜곡되는 경우가 많음.
  - 공정한 에너지의 의미도 에너지 접근성 및 가격의 적정성뿐만 아니라, 에너지가 경제적 기회 창출과 전반적인 편익에 중요한 역할을 하는 것으로 확대

“형평성의 개념이 접근성 보장을 넘어 비용, 가격 및 가치 간의 상호작용, 이로 인한 재정적, 사회적 영향과 에너지전환에 따른 비용 증가 등으로 확장”

- 사회 전체의 에너지 전환 비용을 효과적으로 관리하려면 비용, 가격, 가치를 종합적으로 고려해야 함.
- 에너지 형평성을 추구하는 과정에서 재정적 및 사회적 영향을 다루는 것이 중요해지고 있음.

○ 에너지전환 비용의 부담 주체

- 공정한 전환에 대한 논의는 개발도상국과 선진국에서 서로 다름
- 개발도상국의 공정한 전환은 여전히 천연가스와 같은 저탄소 연료를 포함하는 반면, 선진국은 예를 들어 그린수소를 강조함.
- 유럽에서는 우크라이나 사태 이후 신뢰할 수 있는 전환 연료로서 천연가스의 역할을 강화하고 있으며, 미국에서는 중기적으로 저렴한 가격이 유지될 것으로 예상됨.
- 아프리카는 증가하는 수요를 충족시키기 위해 석유 및 가스 자원을 '무제한'으로 개발하는 것을 지속하고 있음.
- 가스가 전환 연료 목록에 포함되는지 여부는 에너지 전환 비용을 누가 부담할 것인지에 대한 문제를 야기함.

“청정에너지가  
적정한 가격으로  
실질적으로  
공급되기 위해서는  
투명성이 요구됨”

○ 성공적인 에너지 시장 구축—자본 비용과 투명성의 역할

- 자본 비용(대출 이자율 및 투자 수익률)은 가동률과 수익률이 낮은 재생에너지 프로젝트의 실행가능성에 중요한 요소임.
- 지정학적 위기, 정치적 환경, 불분명한 규제는 프로젝트 비용의 불확실성을 증가시켜 투자를 억제함.
- 투명성은 청정에너지가 적정한 가격으로 공급되기 위한 요소이며, 단순히 윤리적인 요구사항이 아니라 실질적인 필요성이 있음.
  - 예를 들어, 독일이나 텍사스에서 풍력발전소를 건설하고자 한다면, 가격 책정과 계약조건 등이 대중에게 투명하고 공개되어 있음.
  - 이러한 개방성은 공정한 경쟁을 보장할 뿐만 아니라, 규제기관, 시장참여자, 일반 대중이 전력구매계약의 세부사항(세금, 가격 구조, 기타 중요한 변수)을 알 수 있도록 함.
- 청정에너지 분야에서 계약공개 규범을 표방하는 것은 좋은 거버넌스를 촉진하고, 경쟁적인 조달을 보장하며, 궁극적으로 비용 절감에 기여하는 중요한 요소임.

○ 에너지망 수송—형평성을 위한 과제

- 에너지망 수송은 공정한 전환에 장애 요인이 되고 있는데, 새로운 인프라를 구축하는데 필요한 자금이 부족하기 때문임.

- 예를 들어, 미국의 인플레이션 감축법(IRA)에는 송전이 포함되어 있지 않은데, 이는 법안의 목표를 달성하는 데 장애가 되고 있음.
  - 아시아와 남미에서의 지역 협력은 송전 비용을 충당하는 해결책이 되고 있으며, 에너지안보 제고에도 기여
  - 아프리카도 여러 국가가 연결된 가스 파이프라인을 건설하고 대륙 전력시장을 창출을 목표로 하는 등 협력적 접근방식을 취하고 있음.
- 그러나 비용을 충당할 혁신적인 자금조달 메커니즘이 부재함.

#### ○ 기술향상과 형평성

- 기술향상(upskilling)과 인력 개발은 정의로운 전환의 핵심 요소이며, 에너지 시스템을 넘어 경제 및 사회적 차원을 포괄하는 광범위한 의미
- 전환 비용에는 기술향상을 통해 이루어지는 기술 및 지식의 이전 비용도 포함
  - 예를 들어, UAE의 신규 원자력 발전소는 한국과의 전략적 협력을 통해 현지 인력의 기술향상에 중점을 두고, 대학 내 원자력 교육 프로그램을 개발하는 방식으로 설계됨.
- 녹색수소를 위한 기술 회랑(technology corridors)의 증가로 특정 프로젝트에 의해 생성된 일자리에 대해 기술향상의 필요성이 증가하고 있음.
- 그러나 인적자원의 기술향상과 새로운 일자리로의 전환은 화석연료의 단계적 폐지(phase-outs) 비용의 영향을 받으며, 이 비용을 누가 부담해야 하는지는 결정되지 않고 있음.

“기술향상(upskilling)과 인력 개발은 정의로운 전환의 핵심 요소이며, 에너지 시스템을 넘어 경제 및 사회적 차원을 포괄하는 광범위한 의미”

#### ○ 생산에 필요한 에너지 사용

- 비영리기구 Energy for Growth Hub는 현대 에너지 최소기준(MEM, Modern Energy Minimum)이라는 개념을 도입하여, 실질적인 경제 발전을 위해서는 생산을 위한 고용을 가능하게 하고 경제발전을 촉진할 수 있는 에너지 접근이 필요하다고 주장
- 즉, 생산을 위한 에너지의 사용은 단순한 소비를 넘어서 소득 증가, 생활 수준 개선, 지역 발전을 촉진하는 경제활동에 에너지를 적용하는 것을 의미
- SDG 7(지속가능발전목표 7)은 2030년까지 모든 사람에게 적절한 가격으로 신뢰할 수 있으며, 지속가능한 현대적 에너지에 대한 접근성을 보장하는 것을 목표로 하지만, 특정한 기준을 명시하지는 않음.
- 신뢰할 수 있고 적절한 가격의 에너지는 경제적 번영을 가능하게 하는 중요한 요소로 널리 인식되고 있지만, 이를 에너지 전환의 진전 측정에 반영할 필요가 있음.

“유럽은  
재생에너지 보급을  
가속화하기 위한  
개혁을 진행하고  
있으며, 전력  
구매계약(PPA)에  
대한 직접적인  
재정지원을 포함”

○ 유럽의 에너지가격 재설계

- 우크라이나 사태에 대응하여 유럽의 전력시장은 가격의 변동성이 큰 화석연료 의존도를 줄이고 재생에너지 보급을 가속화하는 것을 목표로 개혁을 진행하고 있음.
- 이 개혁에는 소비자를 가격 급등으로부터 보호하고, 재생에너지의 전력시장 통합을 강화하며, 시장의 투명성과 모니터링을 개선하는 조치가 포함됨.
- 개혁의 핵심 요소 중 하나는 각국 정부가 재생에너지 발전을 위한 전력 구매계약(PPA)에 대한 직접적인 재정지원을 제공할 수 있도록 하여 재생에너지 프로젝트가 재정적으로 실행가능하게 하는 것임.
  - 정부가 재생에너지로 생산된 전력의 수요자 역할을 하여 청정에너지 보급을 촉진할 수도 있음.
  - 차액계약제도(Contracts for Difference)를 도입하여 재생에너지 발전의 내재된 가격변동을 최소화하고 전기요금을 안정화하려는 목표를 포함
  - 에너지위기를 선언하고 취약계층과 사회적 약자를 위한 전기요금 인하 조치를 시행할 수 있는 내용을 포함.
  - 에너지시스템에 순 청구(net billing), 시간대별 요금제(time-of-use tariffs), 분산에너지 자원 통합을 위한 조치들이 점점 도입되고 있음.

○ 에너지 가격 보조금

- 에너지 형평성 순위에서 상위 10개국은 소비자의 에너지 비용이 낮다는 특징이 있으며, 이는 종종 암묵적인 보조금 때문임.
  - 이는 카타르, 쿠웨이트, UAE, 오만, 바레인과 같은 걸프협력회의(GCC) 국가들이 형평성 기준에서 상위 10위를 차지하는 이유이며, 낮은 비용으로 생산되는 풍부한 자원과 보조금 덕분에 낮은 에너지가격을 자랑
- 그러나 이러한 가격보조금은 에너지 공급원의 다각화를 저해할 수 있으며, 이는 다른 지수의 점수에 영향을 미칠 수 있음.
- 형평성 지수가 가장 많이 개선된 상위 10개국 중 7개국은 아프리카 국가들이며, 2000년 이후 이 국가들은 공통적으로 에너지 접근성을 높이고 소비자들이 더 저렴하게 에너지를 이용할 수 있는 정책을 시행

■ 환경적 지속가능성

○ 환경적 지속가능성의 성공 요소

- 각국의 환경적 지속가능성을 추적한 결과, 상위 10개국은 화석연료에서 탈피하여 에너지 시스템을 탈탄소화하고 다양화하기 위한 강력한 정책적 노력을 보여줌.

- 스위스, 스웨덴, 노르웨이가 선두에 있으며, 이 국가들은 에너지 효율과 수요관리 조치를 우선시하고, 다양한 저탄소 에너지 시스템을 도입했으며, 정책수단을 효과적으로 활용해 온실가스(GHG) 배출을 크게 줄였음.
  - COP28의 최근 평가는 세계는 파리협정 목표를 달성하는 궤도에 있지 않다는 것이며, 섭씨 1.5도 목표를 달성하고 2050년까지 탄소중립에 도달하려면 2030년까지 온실가스 배출량을 43% 감축해야 하며, 재생에너지를 3배로 늘리고 에너지효율을 2배로 향상시켜야 함.
  - 화석연료에서 벗어나는 과정에서 형평성을 보장하려면 재정 부족 문제를 해결하고 개발도상국이 에너지 전환 및 기후 계획을 실행할 수 있도록 지원할 필요가 있음.
- 정치와 정책의 중요성
- 2024년에는 전 세계 인구의 절반이 살고 있으며, 세계 경제의 3분의 1을 차지하는 국가들에서 지도자 선출을 위한 선거가 있을 예정이며, 선거가 빈번해지면서 사회적 분열도 심화되고 있음.
  - 선거 결과는 에너지 및 기후 의제를 재편할 수 있으며, 이는 EU의 그린 딜이나 미국의 인플레이션 감축법(IRA)과 같은 주요 이니셔티브의 방향을 잠재적으로 변경시킬 수 있음.
  - 연료세로 촉발된 프랑스의 '노란 조끼' 시위에서 볼 수 있듯이 지속가능성을 촉진하는 정책은 반발을 초래할 수 있음.
  - 기후 행동은 기술 혁신을 넘어서 궁극적으로는 정치적 결단과 지역 사회의 합의에 의존함.
- 자원순환의 필요성
- 태양전지, 풍력 터빈, 배터리 같은 재생에너지 기술의 확산은 온실가스 배출을 줄이고 기후변화를 완화하지만 이러한 기술이 잠재적으로 환경에 부정적인 영향을 초래할 수도 있음.
  - 재생에너지 관련 설비 생산에 필요한 광물의 채굴은 서식지 파괴, 토양 침식, 산림 파괴, 수질 오염, 대량의 폐기물 발생, 온실가스 배출 증가 등 심각한 환경 악화를 초래할 수 있음.
  - 이에 순환경제 원리를 적용해야 한다는 인식이 확산되고 있으며, 광물 채굴을 최소화하고 폐기물 발생을 줄이기 위해 자원의 재사용, 재활용, 용도 변경을 촉진하는 시스템이 필요함.
- 에너지 전환에서의 기업의 투명성
- ESG(환경(Environmental), 사회(Social), 지배구조(Governance)) 기준의 발전과 채택 증가로 국제 자본 흐름과 기업 행동에 새로운 차원의 거버넌스가 도입됨.

“환경적  
지속가능성 상위  
10개국은 에너지  
시스템을  
탈탄소화하고  
다양화하기 위한  
강력한 정책적  
노력을 보여줌”

- 환경적 지속가능성 노력의 투명성과 책임성을 강화하면서 기업이 환경에 미치는 영향에 대한 조사가 증가
- 기업은 에너지전환을 추진하는 주체로서, 경영진, 소비자, 규제 기관은 비즈니스 관행이 에너지안보, 형평성, 환경적 지속가능성의 원칙과 일치하도록 해야 함.

#### 참고문헌

WEC(2024), World Energy Trilema 2024: Evolving with Resilience and Justice.

WEC(2019), World Energy Trilema Index 2019.

WEC 홈페이지, <https://trilemma.worldenergy.org/>(최종접속일: 2024.8.19.)

WEC 홈페이지 한국, [https://trilemma.worldenergy.org/#!/country-profile?country=Korea%20\(Rep.\)&year=2023](https://trilemma.worldenergy.org/#!/country-profile?country=Korea%20(Rep.)&year=2023)(최종접속일: 2024.8.19.)